

*“Ciencia y Tecnología”, Año 12, N° 3, 2016, 11-23*

## **Sistema de gestión de las aguas residuales de la Planta Embotelladora Hielosnorte S.A.C. en el distrito de Moche – Perú**

**Jefferson I. Sánchez jara<sup>1</sup>; Federico Gonzales Veintimilla<sup>2</sup>**

1jeffersito\_1961@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo,  
gonzalesf25@yahoo.com.mx

Recibido:15-07-2015

Aceptado: 13-07-2016

### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad del vertido originada por la planta embotelladora HIELOSNORTE S.A.C. y proponer un sistema de gestión ambiental para minimizar la contaminación. Se investigó el vertido conforme a normas nacionales e internacionales. Se realizaron evaluaciones físico-químicas y bacteriológicas en ocho puntos de emisión y descarga antes de evacuarse a la pileta absorbente. Se aplicó los métodos normalizados para el análisis de agua residual, con técnicas descritas en el estándar y métodos de APHA-AWWA-WPCF. En la caracterización se evaluaron tres etapas de producción industrial y se tomó en cuenta 15 parámetros a evaluar. Los resultados de esta evaluación fueron que el efluente presenta elevado valor de concentración en especial los sólidos totales; cloruros; la demanda química de oxígeno; la demanda bioquímica de oxígeno y sulfatos totales. Las concentraciones de Coliformes totales y Coliformes fecales se mantuvieron constantes, frente a los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud y establecidos por la ley de Recursos Hídricos N° 29338 (Marzo 2009). Se concluyó que las descargas industriales deben tener un tratamiento previo, debido a su alta concentración de contaminante que presentan, los caudales son variables en todos los puntos de muestreo, acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) dentro del marco del sistema de gestión ambiental; basado en la norma ISO 14001.

**Palabras Clave:** Gestión ambiental, Aguas residuales industriales. (1

87 p

### **ABSTRACT**

The aim of the research was to assess the quality of the discharge caused by the bottling plant HIELOSNORTE S.A.C. and propose an environmental management system to minimize contamination. According to the national and international standards dumping was investigated. Physic- chemical and bacteriological assessments in eight points of emission and discharge before being evacuated to the absorbing sink were made. Standard for the analysis of waste water, with techniques described in the standard APHA - AWWA methods WPCF - applied methods. In characterizing three stages of industrial production they were evaluated and taken into account 15 parameters to be evaluated. The results of this evaluation were that the effluent has a high concentration value especially the total solids; chlorides; chemical oxygen demand; biochemical oxygen demand and total sulfates. Concentrations of Total Coliforms and Fecal coliforms were kept constant. Faced with the standards set by the World Health Organization and established by the Water Resources Act No. 29338 (March 2009). It was concluded that industrial discharges must be pretreated, due to its high concentration of contaminant present, the flow rates are variable in all sampling points, according to the results the construction of a plant wastewater treatment is recommended (WTP) within the framework of the environmental management system; based on ISO 14001.

**Key Words:** environmental management, industrial wastewater. (Word: 163)

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afecta a nuestro mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal que causa efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobre pasan los niveles aceptables en la naturaleza (**Enkerlin, et. al; 1997:371-375**).

El manejo de vertimientos está ligado a la obligación del Estado de garantizar un ambiente sano a todos los colombianos. Un vertimiento es una descarga de residuo líquido, a un cuerpo de agua o a una red de alcantarillado. El Decreto 1594 de 1984 lo definió de esa manera y, adicionalmente, estableció que las autoridades ambientales, tienen la obligación de ejercer control sobre dichos vertimientos. Dentro de este Decreto se destaca el hecho de considerar al agua como un recurso, en el que, el alcance de los posibles controles se extiende al aprovechamiento del recurso y de su afectación, tal como se estableció en los criterios de calidad para su destinación a diferentes usos y a las cargas máximas permisibles para vertimientos tanto de aguas residuales municipales como de aguas residuales industriales (**Londoño, 2007:91**).

La posibilidad de utilizar los elementos de la naturaleza como sumideros aparece de manera tácita en el CRNR (1974), cuando en su artículo 9º señala que: “los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles que, al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto ésta convenga al interés público”. Y es que no puede ser de otra manera. ¿Dónde se deben disponer los residuos líquidos generados en las ciudades, las zonas rurales y las actividades productivas en general? (**Londoño, 2007:92**).

Las emisiones industriales (que contienen sustancias potencialmente nocivas) representan una de las principales fuentes de contaminación de los cursos de agua., en la ciudad de Córdoba- Argentina, debido al desarrollo que ha experimentado en las últimas décadas se observó que los niveles de las descargas de sus efluentes aumentaron de manera proporcional al mismo. En este contexto, es importante el análisis de la problemática ambiental que pueda generarse., el canal industrial construido al instalarse la planta industrial Fiat, es utilizado básicamente como receptor de descargas pluviales, industriales y de líquidos cloacales, así como de vertimiento clandestino. Luego de un recorrido de aproximadamente 15 Km desemboca en el río Suquía. En el marco del reordenamiento del catastro de establecimientos generadores de efluente que ha iniciado la Di.P.A.S., se planificó el revelamiento y fiscalización de las industrias y establecimientos que se localizan en las cercanías del mencionado canal, a fin de verificar su situación en virtud del marco normativo provincial establecido a traves del decreto 415/99. Las auditorias arrojaron un alto porcentaje de industrias que no realizan un adecuado tratamiento de sus efluentes residuales, lo cual produce el deterioro de la calidad del líquido que transporta el canal industrial, para el desarrollo del proyecto se consideró como objetivo principal proporcionar un diagnóstico para el ordenamiento de las descargas de efluentes líquidos en la ciudad de Córdoba (**Cossavella, 2005**).

Plantas para el tratamiento de efluentes industriales son pocas las que existen en el Perú, así tenemos la fábrica de productos Gloria S.A., que produce alimentos y derivados lácteos. Ubicada en Huachipa distrito de Lurigancho-Chosica, en la Región de Lima, esta empresa trata sus efluentes con toda una tecnología moderna y son devueltos al río Huaycoloro, en condiciones adecuadas, cumpliendo lo indicado por la Ley de Recursos Hídricos. Cuentan con una Planta Biológica con capacidad para tratar 40 litros por segundo de efluentes industriales. Aplicando un tratamiento biológico aerobio por lodos activados (**Gloria S.A., 2008:6-8**).

La empresa Backus y Johnston, que cuenta con plantas de tratamiento de efluentes ubicadas en Motupe, Pucallpa, Ate y la planta maltera de Ñaña (ex Maltería Lima). Han concluido la construcción de una nueva planta de tratamiento de efluentes industriales y domésticos ubicada en Ate. Esta planta de tratamiento está diseñada para procesar un flujo de 6,600 m<sup>3</sup>/día (con picos de 8500 m<sup>3</sup>/día) opera con un sistema anaeróbico de flujo ascendente. A partir de cámaras de reacción anaeróbicas/aeróbicas y un tanque clarificador, se reducen los valores de DQO (demanda química de oxígeno) a un máximo de 50 mg/lit. Y un DBO (demanda bioquímica de oxígeno) a 30 mg/lit. Dentro del alcance del proyecto, trabajan con especial énfasis en: a) Obtener un efluente que cumpla que

cumpla con los límites exigidos por la ley, actividad que ya sido concluida. b) Uso del biogás en la combustión del caldero (diseñado para este fin). c) Uso del agua residual para el riego de jardines y otros usos en servicios de la cervecería y la comunidad. d) Uso del lodo residual para fertilizante (Backus y Johnston, 2008:200).

La planta HIELOS NORTE S.A.C.; está ubicada en la zona norte del distrito de Moche y colinda con la periferia sur de la Ciudad de Trujillo, en el ex fundo Larrea y de coordenadas UTM WGS84 E: 0718647 N: 9100272, utiliza como recurso principal el agua para todas sus operaciones. Tiene tres líneas de producción: Hielo en barras, Agua de mesa y Hielo en cubitos. La primera es para conservación de especies ictiológicas y se transporta en cámaras de los vehículos que lo solicitan; produce 90 Tm/día de hielo. El agua de mesa es también otra línea de productos que tiene una buena acogida en el público, el agua es sometida a un estricto control de calidad. Los productos se comercializan en envases de 20 Lt., 7 Lt., y 650 ml. de material PET (Polietileno tereftalato) produciendo un promedio de 2000 botellones/día, finalmente la Línea de Hielo en cubitos, que tiene demanda en los bares, restaurant, grifos, etc. Los desechos líquidos que se generaron en el proceso productivo; son compuestos ácidos: agentes de limpieza, orgánicos: restos producidos por la pequeña planta de embutidos, residuos metálicos, lodos alcalinos, etc., todo fue vertido a una pileta de absorción de manera espontánea, sin el conocimiento y estudio de alteración de la napa freática, generándose contaminación de la zona por olores característicos, la eutrofización del pozo y presencia de vectores. Por lo expuesto urge que la empresa instale una planta de tratamiento de agua residual.

La investigación alcanza la debida importancia porque generó un sistema de gestión adecuado para el tratamiento de las aguas residuales de la empresa y así mismo en su ejecución se propuso los lineamientos básicos de la implementación trayendo consigo el cumplimiento de toda la legislación vigente.

## II. MATERIAL Y METODOS

El material de estudio lo constituyeron las muestras de efluente colectadas en la citada empresa y para llevar a cabo la caracterización del efluente se determinó tres etapas de producción de la planta, el tiempo que duró la colección de muestras fue de marzo a agosto del 2011 que corresponde a alta; media y baja producción.

Caracterización del efluente.

Caudal. Fue muy importante conocer la cantidad de vertido que se produjo; de esa manera se pudo estimar el diseño de operación de la planta de tratamiento de agua residual.

Ión hidronio. En la caracterización se tuvo que determinar qué carácter tuvo el vertido; si fue ácido o alcalino, existiendo límites propuestos por la SUNASS.

Sólidos totales. El valor de este parámetro lo constituyen todos los elementos disueltos en suspensión presentes en el efluente, este valor fue importante por la razón que existen parámetros permisibles para el agua residual.

Cloruros. Este parámetro representó a todos los compuestos formados con el ión cloruro en forma de sales disueltas, esto nos dio información de cuanto impureza presentó el vertido en forma de cloruro.

Demanda química de oxígeno (DQO). Parámetro importante para medir el grado de contaminación del vertido. Se logró medir la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medios químicos.

Demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>). De la misma importancia, con este parámetro se logró medir la cantidad de oxígeno consumido por medios biológicos para degradar la materia orgánica en la muestra.

En la ejecución de la investigación, se empleó el método estadístico de control de calidad, para lo cual se determinó el tamaño muestral de 120, mediante la fórmula:

$$n = \frac{(Z_{2/2} + Z_{\beta})^2 \delta}{\partial}$$

Donde:  $Z_{2/2}$  = Punto crítico del riesgo; purga de la Osmosis.

$Z_{\beta}$  = Punto crítico del riesgo de la población y de infraestructura sanitaria.

$\delta$  = Desviación estándar del proceso.

$\partial$  = Diferencia del parámetro del promedio y el valor estimado del promedio.

$n$  = Tamaño muestral. (Murray, 1961:69-73, 122-125)

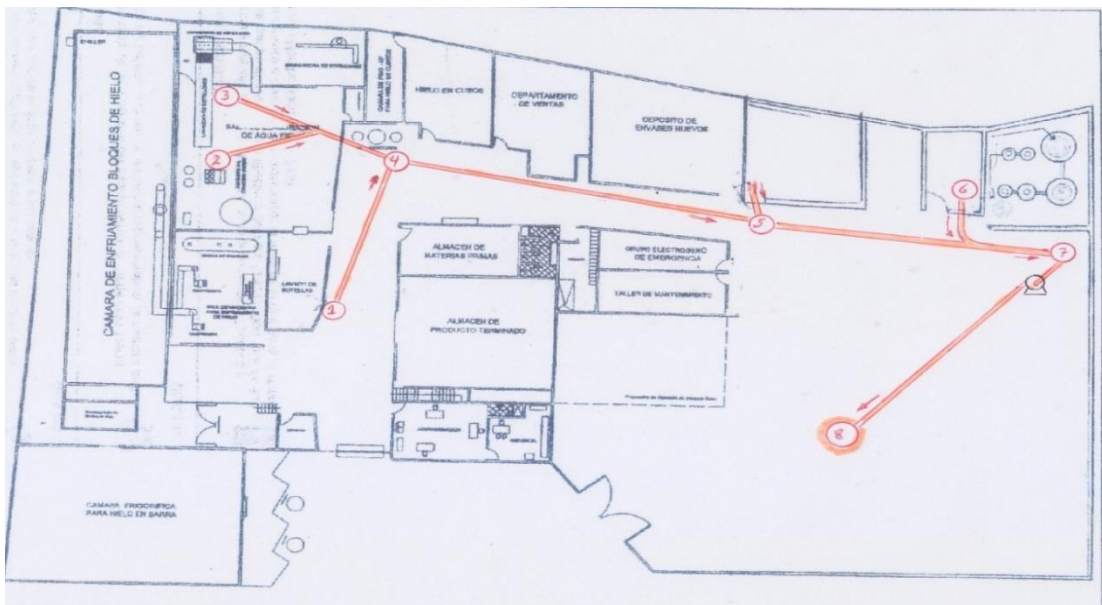
Para los análisis Físico-Químico se necesitó frascos de muestreo de polipropileno de 2, 1 y ½ litro de capacidad, para la recolección de muestras compuestas, simples y aceites-grasas. Y de forma similar para los análisis microbiológicos se emplearon frascos esterilizados de vidrio de color ámbar con tapa esmerilada de 250 ml. de capacidad. En el laboratorio LASACI de la UNT, se efectuaron los análisis Físicos-Químicos, y se necesitó el siguiente material: pipetas graduadas, matraces, balones graduados, vasos de precipitación, termómetro de 0 a 210°C, buretas, probetas de diversos volúmenes, reactor y cocina eléctrica, para el análisis de DQO y la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), se empleó frascos especiales de 300 ml. de capacidad. Y con ello se determinó once parámetros establecidos.

Los análisis microbiológicos se efectuaron en el laboratorio MICROCLIN S.R.L. de la ciudad de Trujillo; se emplearon: pipetas, tubos de ensayo, Matraces graduados, balones graduados de pírrex, vasos de precipitación, Microscopio Compuesto OKRAUSS. Horno esterilizador de 0-280°C MEMMERT, Incubadora de 0-70°C MEMMERT, Baño maría marca SELECTA, Balanza analítica 0.1 mg Sartorius. etc. para lograr determinar la presencia de Coliformes.

Equipos de campo para análisis Físicos-Químico: Medidor de sólidos totales y sólidos suspendidos, Medidor de iones (pH metro o potenciómetro) marca OAKTON INSTRUMENTS, Medidor de temperatura marca MULTITHERMOMETER, para la medición de cuatro parámetros.

### Métodos y técnica.

Al iniciar el proceso de investigación; se procedió a limpiar las cajas colectoras de vertidos. La recolección de las muestras se hizo de una manera planificada y directa, teniendo cuidado que las condiciones de la planta fueran las mismas en cada punto evaluado; teniendo en cuenta el número de parámetros a evaluar se procedió a coleccionar las muestras en frascos con tapa de color ámbar hasta obtener un volumen de 350 ml. luego estas muestras inmediatamente fueron enviadas a los laboratorios para su análisis Físico-Químico y microbiológicos a LASACI Y MICROCLIN S.R.L. respectivamente. La determinación de los puntos de muestreo, se estableció en la salida de cada área o Sistema de producción. (Fig. N° 1)



**Fig. 1.** Ubicación de los puntos de evaluación.

La denominación de cada estación de evaluación es la siguiente: Punto N°1: Sala de lavado manual de botellones (S.V.M.B), Punto N°2: Purga de osmosis inversa (P.O.I.), Punto N°3: Purga de lavadora automática de botellones (P.L.A.B.), Punto N°4: Colector de pasadizo (C.P.), Punto N°5: Colector de vertidos de embutidos (C.V.E.), Punto N°6: Purga de tanque Floculador (P.T.F.), Punto N°7: Colector de vertidos (C.V.) y Punto N°8: Vertido final del efluente (V.F.E.), Ubicados los puntos de descarga del efluente, se procedió a colectar el vertido de la manera previamente establecida y respetando el calendario de fechas; así mismo en la fase final del efluente: Este vertido presenta dos pozos, uno es sellado (punto N°7), no tiene contacto con el suelo y acopia vertido y el posterior (Punto N°8) donde se destina finalmente el vertido es expuesto al ambiente y si tiene contacto con napa freática.

La caracterización Bacteriológica; se realizó en el punto 8 “vertido final del efluente”, para lo cual se tomó 6 muestras que corresponden a las tres etapas de producción. El método analítico que se empleo fue el Numero Más Probable (NMP) o Tubos Múltiples, descritos en el Estándar Métodos de la APHA-AWWA-WEF 9221B. (2005: 9, 49-52) Se detectó Coliformes totales y fecales (Termo-tolerantes).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación estuvieron basados en la metodología empleada para la caracterización, descrita en el Estándar Métodos de la APHA-AWWA-WPFC. En la ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), D.L. N° 26284, en el reglamento de la misma Ley mediante D.S. N° 24-94 PRES, en la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (Marzo 2009). En donde se establecen las características que deben tener las aguas residuales industriales antes de ser descargadas al sistema de alcantarillado con la finalidad de no causar deterioro a los colectores municipales, inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales y por ende afectar de forma negativa a la salud de la población, y al medio ambiente.

#### **Fuentes de información.**

Se obtuvo de los documentos de registro de abastecimiento de agua y de drenaje de la planta, muchos de ellos fueron objeto de modificación.

Se identificó los ingresos de agua a la planta, con un medidor de agua municipal y un pozo tubular para la extracción de agua subterránea, cada uno con su medidor de flujo.

Los métodos analíticos empleados en la caracterización bacteriológica, son descritos en el Estándar Métodos de la APHA-AWWA-WEF 9221B; medio de cultivo: caldo lauryl sulfato y así mismo los métodos oficiales reconocidos por la SUNASS dentro del Reglamento de Aguas Residuales Industriales, siendo los siguientes: Tritrimétricos: Alcalinidades, Volumétricos (Mohr): Cloruros, Gravimétricos: Sólidos totales y sólidos suspendidos, Reflujo con Dicromato de Potasio: Demanda Química de Oxígeno, Potencio-métricos: Medición de iones (pH), Espectrofotométricos: a) Nitrógeno Total: Método Kjeldahl b) Hierro (Fierro): Método de la Fenantrolina. Método Soxhler: Grasa y aceites y Winckler Modificado: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

### **III. RESULTADOS**

Los valores obtenidos en la caracterización Físico-química y bacteriológica del vertido industrial se presentan en las tablas N°1, N°2, N°3 y N°4, que corresponden a las tres etapas de producción industrial.

En la tabla N°1 se determinó los valores de los parámetros previamente establecidos, la etapa de alta producción; corresponde al mayor dinamismo productivo de agua de mesa, como consecuencia de la mayor demanda del producto se apreció mayor producción de vertido. Los Sólidos totales, Alcalinidad total, DBO<sub>5</sub> y Sulfatos; pasaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) según D.L. 28-60-SAPL.

**Tabla 1.** Valores más importantes del vertido industrial correspondiente a la etapa de alta producción

| ITEM | DETERMINACIÓN                             | UNIDAD DE MEDIDA    | Punto N° 1 (S.V.M.B) | Punto N° 2 (P.O.I.) | Punto N° 5 (C.V.E.) | Punto N° 6 (P.T.F.) | Punto N° 8 (V.F.E.) |
|------|---|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1    | Caudal (Q)                                | m <sup>3</sup> /hr. | 0,08535              | 0,90225             | 0,00151             | 0,178               | -----               |
| 2    | Ión hidronio (pH)                         |                     | 8,715                | 8,235               | 8,235               | 8,21                | 8,375               |
| 3    | Temperatura (T)                           | °C                  | 24,8                 | 28,15               | 25,15               | 24,95               | 24                  |
| 4    | Sólidos totales                           | mg/L                | 1 175                | 4 000               | 1 395               | 1 300               | 3 645               |
| 5    | Sólidos suspendidos                       | mg/L                | 0                    | 0                   | 1 345               | 1 220               | 3 505               |
| 6    | Nitrógeno Total                           | mg/NKT              | 0,9                  | 0,125               | 0,22                | 0,12                | 0,165               |
| 7    | Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )    | mg/L                | 300                  | 951                 | 380,5               | 811                 | 383,50              |
| 8    | Alcalinidad Hidróxida (OH <sup>-</sup> )  | mg/L                | 45                   | 0                   | 45,50               | 0                   | 0                   |
| 9    | Cloruros (Cl <sup>-</sup> )               | mg/L                | 227,50               | 773,5               | 451,50              | 287                 | 1 449               |
| 10   | Cloro libre (Cl <sub>2</sub> )            | mg/L                | 0,1                  | 0                   | 0,1                 | 9                   | 0,25                |
| 11   | Grasas - aceites                          | mg/L                | 0,2075               | 0,169               | 0,2125              | 0,089               | 0,142               |
| 12   | Hierro (Fe)                               | mg/L                | 0,3815               | 0,0205              | 0,232               | 0,169               | 0,1115              |
| 13   | DQO                                       | mg/L                | 5 850                | 900                 | 850                 | 300,82              | 1 230               |
| 14   | DBO <sub>5</sub>                          | mg/L                | 44400                | 17175               | 19050               | 18250               | 15800               |
| 15   | Sulfatos ( SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) | mg/L                | 1 834,35             | 585,235             | 1 991,172           | 2 279,47            | 2 223,68            |

En la tabla N°2, Se aprecia que los valores de los parámetros definidos tuvieron un ligero descenso de concentración debido a que la demanda del producto disminuyó y corresponde a los meses de mayo y junio. Los valores de Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Alcalinidad total, DBO<sub>5</sub> y Sulfatos; pasaron los L.M.P. según D.L. 28-60-SAPL.

**Tabla 2.** Valores promedios del efluente en la etapa media de producción.

| ITEM | DETERMINACIÓN                             | UNIDAD DE MEDIDA    | Punto N°1 (S.V.M.B) | Punto N° 2 (P.O.I.), | Punto N° 5 (C.V.E.) | Punto N° 6 (P.T.F.) | Punto N° 8 (V.F.E.) |
|------|---|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1    | Caudal (Q)                                | m <sup>3</sup> /hr. | 0,06875             | 0,672                | 0,00159             | 0,14235             | -----               |
| 2    | Ión hidronio (pH)                         |                     | 8,70                | 8,20                 | 8,19                | 8,22                | 8,23                |
| 3    | Temperatura (T)                           | °C                  | 22,825              | 28,40                | 23,90               | 24,50               | 22,35               |
| 4    | Sólidos totales                           | mg/L                | 1 070               | 3 990                | 1 430               | 1 180               | 3 470               |
| 5    | Sólidos suspendidos                       | mg/L                | 0                   | 0                    | 1 375               | 1 105               | 3 238,50            |
| 6    | Nitrógeno Total                           | mg/NKT              | 0,205               | 0,205                | 0,3                 | 0,22                | 0,28                |
| 7    | Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )    | mg/L                | 253                 | 850                  | 388                 | 759,50              | 359                 |
| 8    | Alcalinidad Hidróxida(OH <sup>-</sup> )   | mg/L                | 41,50               | 0                    | 49,50               | 0                   | 0                   |
| 9    | Cloruros (Cl <sup>-</sup> )               | mg/L                | 213,50              | 773,50               | 486,50              | 257                 | 1 466,50            |
| 10   | Cloro libre (Cl <sub>2</sub> )            | mg/L                | 0                   | 0                    | 0,2                 | 6                   | 0,2                 |
| 11   | Grasas - aceites                          | mg/L                | 0,118               | 0,101                | 0,1915              | 0,076               | 0,1295              |
| 12   | Hierro (Fe)                               | Mg/L                | 0,04987             | 0,0115               | 0,471               | 0,17                | 0,267               |
| 13   | DQO                                       | mg/L                | 800                 | 400                  | 1 000               | 500                 | 600                 |
| 14   | DBO <sub>5</sub>                          | mg/L                | 17 300              | 14 500               | 33 750              | 11 125              | 35 925              |
| 15   | Sulfatos ( SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) | mg/L                | 503,12              | 1 463,495            | 1 307,373           | 1 070,71            | 1 161,79            |

En la tabla N°3, se determinó que los valores de los parámetros: Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Alcalinidad total y DBO<sub>5</sub>. Pasaron lo L.M.P. de acuerdo al D.L. 28-60-SAPL.

**Tabla 3.** Valores de los parámetros investigados correspondiente a la etapa de baja producción.

| ITEM | DETERMINACIÓN                            | UNIDAD DE MEDIDA    | Punto N° 1 (S.V.M.B) | Punto N° 2 (P.O.I.) | Punto N° 5 (C.V.E.) | Punto N° 6 (P.T.F.) | Punto N° 8 (V.F.E.) |
|------|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1    | Caudal (Q)                               | m <sup>3</sup> /hr. | 0,061                | 0,662               | 0,00169             | 0,14025             | -----               |
| 2    | Ión hidronio (pH)                        |                     | 8,30                 | 7,77                | 7,985               | 8,02                | 7,96                |
| 3    | Temperatura (T)                          | °C                  | 20,0                 | 27                  | 21,05               | 21,50               | 20                  |
| 4    | Sólidos totales                          | mg/L                | 1 030                | 2 435               | 1 155               | 1 005               | 2 880               |
| 5    | Sólidos suspendidos                      | mg/L                | 0                    | 0                   | 1 115               | 985                 | 2 750               |
| 6    | Nitrógeno Total                          | mg/NKT              | 1,075                | 0,075               | 0,13                | 0,095               | 0,08                |
| 7    | Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )   | mg/L                | 235,50               | 540                 | 291                 | 185                 | 290                 |
| 8    | Alcalinidad Hidróxida (OH <sup>-</sup> ) | mg/L                | 37                   | 30                  | 48                  | 17                  | 40                  |
| 9    | Cloruros (Cl <sup>-</sup> )              | mg/L                | 161                  | 332,50              | 134                 | 196                 | 1 050               |
| 10   | Cloro libre (Cl <sub>2</sub> )           | mg/L.               | 0,05                 | 0                   | 0,1                 | 3,75                | 0                   |
| 11   | Grasas - aceites                         | mg/L                | 0,0245               | 0,1865              | 0,3685              | 0,031               | 0,039               |
| 12   | Hierro (Fe)                              | Mg/L                | 0,1778               | 0,1865              | 0,3685              | 0,0035              | 0,0855              |
| 13   | DQO                                      | mg/L                | 340                  | 40                  | 200                 | 140                 | 60                  |
| 14   | DBO <sub>5</sub>                         | mg/L                | 14 462,50            | 6 810               | 6 662,50            | 20 350              | 18 362,50           |
| 15   | Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) | mg/L                | 487,42               | 529,835             | 502,98              | 599,03              | 774,81              |

**Caracterización Bacteriológica.-**

Los valores de Coliformes totales y fecales que provinieron de las operaciones que ocurren a diario, y se dan a través de todas las secciones de lavado de botellones, purga de osmosis, agua sobrante de llenado en botellones, residuo de una pequeña planta de embutidos y purga de lodos del tanque Floculador. Se presentan valores promedios de las tres etapas de producción en el tiempo previsto de muestreo. Los valores de la caracterización son los siguientes:

Coliformes Totales: Se observó que en los seis meses de evaluación (Marzo – Agosto 2010) el valor de este parámetro se ha mantenido constante > 8.0 NMP/100 ml. Valor bajo para la norma que sugiere que debe ser de 10E+03 o (10<sup>3</sup>/100ml.). Coliformes Fecales: De la misma forma se obtuvo valores constantes, como es ausencia de microorganismos.

La norma emitida por SUNASS indica que el Límite Máximo permisible para este parámetro es de 10E+03 o (10<sup>3</sup>/100ml.), con lo cual los resultados están dentro de lo permisible.

**Tabla 4.** Valores de Coliformes totales y fecales encontrados en el Vertido final del efluente Punto N° 8

| ÍTEM | PARÁMETRO                            | UNIDAD DE MEDIDA | PROMEDIOS DE ETPAS DE PRODUCCIÓN |         |         |
|------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|---------|---------|
|      |                                      |                  | ALTA                             | MEDIA   | BAJA    |
| 1    | Coliformes Totales                   | NMP/100 ml.      | >8.0                             | >8.0    | >8.0    |
| 2    | Coliformes Fecales (Termotolerantes) | NMP./100 ml.     | Ausente                          | Ausente | Ausente |

Los criterios técnicos y probabilísticos fueron aplicados a los 8 puntos de muestreo seleccionados en las etapas de producción alta, media y baja, los resultados obtenidos de este tipo de análisis, se presentan en la tabla N° 5 y podemos apreciar lo siguiente

De la tabla N°5 se observó la concentración de Sólidos totales, Alcalinidad total y DBO<sub>5</sub>, son los parámetros que están presentes en los 8 puntos de muestreo y exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP).



De la misma forma los parámetros: Sólidos suspendidos y sulfatos también excedieron los LMP.; en los puntos 4, 5, 6, 7 Y 8. Además los Cloruros excedieron los LMP; en los puntos 7 y 8 y finalmente la concentración del Ion hidronio aparece en el punto N° 1 con valores que excedió los LMP. Los demás parámetros están dentro de la normatividad establecida.

**Tabla 5.-** Valores promedios de los parámetros físicos y químicos

| ITEM | PARAMETRO   | Unidad de medida | CRITERIO PROBABILISTICO |                 | CRITERIO TECNICO |
|------|---|------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
|      |   |                  | Límite superior         | Límite inferior |                  |
| 1    | pH  |                  | 8,72                    | 7,22            | 5,0 – 8,5        |
| 2    | Temperatura (T)                                   | °C               | 28,50                   | 18,50           | 35               |
| 3    | Sólidos Totales                                   | mg/L             | 4 010                   | 930             | 500              |
| 4    | Alcalinidad Hidróxida OH <sup>-</sup>             | mg/L             | 50                      | 12              | Menos de 300     |
| 5    | Cloruros (Cl <sup>-</sup> )                       | mg/L             | 1 477                   | 35              | 500              |
| 6    | Grasas- Aceites                                   | mg/L             | 0,742                   | 0,006           | 50 - 100         |
| 7    | Hierro (Fe)                                       | mg/L             | 0,859                   | 0,007           | Menos de 1       |
| 8    | Demanda Química de Oxígeno (DQO)                  | mg/L             | 8 100                   | 40              | 990 - 1500       |
| 9    | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L             | 58 000                  | 1 925           | 1 000            |
| 10   | Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )          | mg/L             | 2 378,45                | 180,28          |                  |

Del análisis obtenido se determinó proponer a la Empresa HIELOS NORTE S.A.C. la construcción de una planta de tratamiento previo de sus aguas residuales, antes que fueran enviadas al sistema de saneamiento que tiene la ciudad de Trujillo. La proyectada planta de pre tratamiento de agua residual tendría una capacidad de operación inicial de 10 y 12 m<sup>3</sup> /hr. Teniendo en cuenta que en épocas de verano la demanda de agua de mesa es elevada y como se ha determinado existe mayor generación de efluente.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron asistidos por métodos normalizados de análisis y la normatividad vigente, que establece las características que deben tener las aguas residuales antes de ser descargadas al sistema de alcantarillado; para no causar deterioros a los colectores municipales; el no efectuar el tratamiento a las aguas residuales se afecta de forma negativa a la salud de la población y al medio ambiente.

La elevada concentración de los parámetros señalados en el efluente, se debieron al proceso de tratamiento del agua subterránea a niveles industriales, para lo cual se emplearon insumos químicos para la floculación y sedimentación en el tanque pulmón y filtros de grava. Estos insumos como el sulfato ferroso, sulfato de alúmina, cal hidratada, hipoclorito de calcio, los mismos por tener contacto con el agua originó una serie de reacciones químicas para lo cual necesitan consumir oxígeno, elevando la demanda química de oxígeno del mismo.

Durante este proceso se formaron lodos, los mismos que al llegar al 10% son evacuados a través de un régimen de purgas de lodos, previamente establecidas a los colectores que tiene la empresa, originado taponamiento en las líneas de flujo, aniegos, pérdidas de horas hombres, etc.

Se hizo una comparación de esta propuesta de diseño técnica con plantas en el Perú que están funcionando, como la empresa Gloria S.A.S.A. ubicada en el distrito de Lurigancho- Chosica, Lima trata sus efluentes y para ello utiliza tratamiento biológico aerobio con lodos activados. El efluente tarda 90.5 h. e ingresa con un DBO<sub>5</sub> de 2000 ppm y sale para uso de riego con 5 ppm.



HIELOS NORTE S.A.C. tiene un DBO<sub>5</sub> máximo de 58000 ppm. Y se espera con el tratamiento se reduzca a 1000 ppm. Para ser vertidos al colector municipal; Lo que estipula la norma.

La empresa Backus & Johnston en su planta de Ate-Lima, es una moderna planta que fue diseñada para tratamientos de effluente industrial y doméstico y procesa un caudal promedio de 6,600 m<sup>3</sup>/día (Backus y Johnston, 2008), utilizando para ello toda una moderna tecnología, que reducen los valores de DQO a 50 ppm y la DBO<sub>5</sub> a 30 ppm. HIELOS NORTE S.A.C. Tiene un flujo inicial de 99.57 m<sup>3</sup>/día (4.149 m<sup>3</sup>/h). Lógicamente la producción de este effluente es bien pequeña para Backus (66:1) lo mismo para los valores de DQO y DBO<sub>5</sub> se reducirá a valores permisibles de 450 a 1000 ppm, (DQO) Y 1000 ppm (DBO<sub>5</sub>) respectivamente.

Embotelladora Latinoamericana (Trujillo) presenta caudal para su temporada de alta producción en la sección de purgas de lodos de 6.10m<sup>3</sup>/h., sólidos totales de 61,803.33 ppm., Nitrógeno total de 10.0 ppm/ NKT, alcalinidad total de 1,760.67 ppm, Cloruros 681.00 ppm, Cloro libre con 0.0 ppm, DQO CON 1736.83 ppm, Un DBO<sub>5</sub> de 164.22 ppm y sulfatos de 986.67 ppm (**Chaman, 1998:66**)

HIELOS NORTE S.A.C. presentó los siguientes valores para la misma sección. Caudal 0.178 m<sup>3</sup>/h, Sólidos Totales de 1,300 ppm, Nitrógeno Total de 0.12 ppm/NKT, Alcalinidad total de 811 ppm, Cloruros de 287 ppm, Cloro libre de 9 ppm, DQO de 300.82, DBO<sub>5</sub> de 18250 ppm, y sulfatos de 2,279.47 ppm. Se puede apreciar que embotelladora latinoamericana tiene flujos más altos igual la cantidad de sólidos totales. Los resultados se deben a su mayor producción que genera más residuos industriales.

En la provincia de Trujillo existen seis (6) plantas envasadoras de agua de mesa legalmente registradas y solo el 16,66 % tiene un plan de manejo de residuos líquidos, la mayoría tienen como disposición final la línea domestica de alcantarillado las piletas de absorción.

La globalización de los mercados y la fuerte competencia internacional obligan a nuestro sector exportador a lograr

niveles de desempeño ambiental compatibles con los requerimientos de las naciones líderes. Como consecuencia de ello, conceptos tales como sistemas de gestión ambiental, auditorías ambientales, evaluación de desempeño ambiental, análisis de ciclo de vida y etiquetado ecológico entre otros adquieren cada vez mayor relevancia (**EPA, 1987: 1.26**)

## V. PROPUESTA SISTEMA DE GESTIÓN

Deberá entenderse que el sistema de gestión ambiental es una herramienta que le permitirá a la organización alcanzar y controlar sistemáticamente el nivel de desempeño ambiental que se fija para sí misma. La implantación y la operación de un sistema de gestión ambiental no resultarán, por sí mismas, necesariamente en una reducción inmediata de los impactos ambientales adversos. Esta norma será implantada en una unidad operativa o actividad específica, y se emplearán las políticas y procedimientos desarrollados por la organización para cumplir sus requisitos, siempre que ellos sean aplicables a esa unidad operativa o actividad específica (**Díaz, C & Castro, M, 2009**).

- Implementará una Política Ambiental.
- Planificará sus metas
- Implementará y llevará a cabo las operaciones planificadas.
- Verificará y generará acciones correctivas.
- Revisión por parte de la dirección.

Política Ambiental.

La alta dirección de la empresa asumirá un compromiso (intención) respecto a la mejora en el ámbito de manejo ambiental. La política ambiental constituye la base sobre la cual HIELOS NORTE S.A.C. establecerá sus objetivos y metas, y deberá ser lo bastante clara de manera que pueda ser entendida por las personas que estarán a cargo el funcionamiento de la planta de tratamiento del effluente. Así

mismo es importante asumir una política ambiental frente al cumplimiento de la Legislación ambiental; Ley 28611(23-10-2005), regulaciones y otros requerimientos. La empresa generará su marco de objetivos y metas, en función del tiempo.

#### Planificar Metas.

Se planificará lo que se proyecta hacer, La planificación será mucho más fácil si definimos los objetivos que la Empresa quiera alcanzar, la planificación incluye mucho de capacitación, implica el entrenamiento previo a la ejecución. Para ello se hará y responderá las siguientes preguntas: ¿Qué es lo que va hacer?, ¿Por qué lo va hacer?, ¿Cómo lo va hacer?, ¿Cuándo lo va hacer, cuando lo empezará, cuando lo terminará?, ¿Dónde lo va hacer?, ¿Quién lo va hacer? Y ¿Cuánto va a costar? Dentro de la planificación la política ambiental su meta será identificar los aspectos e impactos ambientales y establecer los objetivos y metas ambientales.

#### Ejecución y llevar a cabo las operaciones planificadas

Es ejecutar todo lo planificado, teniendo el debido cuidado de ejercer un control adecuado. Los expertos

Definirán en la etapa de planificación los tipos de indicadores que se utilizarán para evaluación del sistema de gestión, en esta etapa se controlarán todos los indicadores, Si las personas encargadas en llevar a cabo definieron mecanismos de control de los procesos, aquí se verifica la eficacia de esos mecanismos de control para llevar adelante lo planeado. En esta etapa, es donde aparecen problemas, es así mismo donde se realizará los ajustes a los procesos que darán resultados.

#### La Verificación.

En esta etapa se comprobará si lo que hicimos, corresponde a lo planeado. Si lo que se hará, corresponde a lo planeado, será el momento de estabilizar el proceso, y es importante definir claramente que hacemos, capacitar al personal, definir la metodología a utilizar, los mecanismos de operación y control y que sean claramente entendidos por los involucrados (Ciclo de mantenimiento) (Anexo N° 1).

Las acciones no previstas que se efectúen, no corresponde a lo planeado, entonces comprende dos tipos de acciones: a) corregir el problema en ese instante y b) la acción correctiva es hacer que el problema no vuelva a ocurrir (Ciclo de corrección).

Y finalmente pasado un tiempo, es recomendable mejorar lo planeado. En esta etapa se puede generar ideas, tratar de buscar datos, comparar los datos con los de la competencia, el ver las potencialidades tendencias, y determinar oportunidades de mejora (Ciclo de mejoramiento).

La empresa deberá llevar un control de registros, que pueden incluir: Registro de seguimiento de procesos, Registro de inspección, mantenimiento y calibración, Informe de incidentes, Registro de pruebas de preparación ante emergencias, Resultados de auditorías, Registro de cumplimiento legal, No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.

#### Revisión por la Alta dirección.

De todo lo que se ejecutó deberá tener conocimiento la gerencia respectiva a fin de tomar los cambios a gran escala si el proyecto es exitoso, y lo hará a intervalos planificados para que asegure su conveniencia, adecuación y eficacia continua. Lo mismo para la modificación de la política ambiental, los objetivos y metas ambientales y ejecución de proyectos relacionados con el efluente.

Así mismo se deberán conservar los registros de las revisiones por la dirección. Y estos deben de incluir los siguientes: a) Los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos la empresa suscriba. b) El desempeño ambiental de la Empresa. c) El grado de cumplimiento de los objetivos y metas. d) Estado de las acciones correctivas y preventivas, e) Las recomendaciones para la mejora, etc.

## VI. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación se llegó a la conclusión principal que la circulación de elementos físico-químicos orgánicos e inorgánicos en concentraciones superiores a los límites máximos permisibles por colectores y emisores, fue la causa principal de los graves problemas que se presentaron con la acumulación de sustancias nocivas, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores, y al medio ambiente.

Las descargas industriales deben tener un tratamiento previo antes de verter al colector respectivo, y deberá hacerlo bajo las condiciones que establece SUNASS y así mismo el usuario es responsable de la calidad de dicha descarga, por lo que las empresas prestadoras de servicio de saneamiento están en obligación de exigir su cumplimiento.

Los caudales de las aguas residuales fueron variables en todos los puntos de muestreo, a excepción en el punto de Purga de lodos, manteniéndose casi constantes en las tres etapas de producción. El pH también fue variable, entre ligeramente alcalino y básico de: 7.21 a 8.72, sobre todo en la sala de lavado manual de botellones en donde se emplea detergentes alcalinos.

Los sólidos Totales tuvieron concentraciones elevadas en todos los puntos de muestreo en las tres etapas de estudio, todos ellos están por encima de los 500 ppm. Y el parámetro Sólidos Suspendidos. También tiene concentraciones elevadas a partir de colector de pasadizo, vertido de embutidos, purga de tanque Floculador, colector de vertidos y vertido final del efluente.

La alcalinidad total fue elevada en todos los puntos de muestreo, supera los 50 ppm. Establecidos por la planta, debido a presencia de carbonato, bicarbonatos presentes en el agua de tratamiento.

La elevada concentración de cloruros se presentó en los Puntos 2, 7 y 8 tanto en las dos primeras etapas de estudio, sin embargo, solamente se registra elevación en la etapa baja de producción en los puntos 7 y 8; lo que le da a este parámetro una característica de agua ácida, pero como es tan fuerte la alcalinidad total el vertido termina siendo ligeramente alcalino.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, en este parámetro ocurrió un comportamiento variable debido a la materia orgánica presente en el efluente, sobre todo el proveniente de la pequeña planta de embutidos, debido que los microorganismos presentes aumentan su consumo de oxígeno para poder degradarla y de esa manera la DBO<sub>5</sub> se ve aumentada, como se muestran en resultado obtenido.

Las bacterias Coliformes Totales y Termo-tolerantes son indicadores de contaminación microbiana estuvieron presente en cantidades relativamente bajas que no superaron los Límites Máximos Permisibles.

## VII. RECOMENDACIONES

Es importante planificar y ejecutar la minimización de los procesos químicos en la planta de tratamiento de agua cruda, utilizando el volumen necesario de agua subterránea a ser tratada y empleada en el embotellado.

Ejecutar un estudio de la recuperación y/o reutilización de los lodos del tanque Floculador antes de ser enviados a los colectores de la planta. Minimizar el empleo de detergentes en el lavado de botellones; contienen elementos alcalinos y tensos activos fuertes que posteriormente deterioran la línea del efluente.

Se propone la construcción de una planta de pre-tratamiento de efluente, a fin de minimizar al máximo las concentraciones elevadas de Sólidos Totales, Cloruros, Demanda química de oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y sulfatos. Antes que estos efluentes sean vertidos a la red de colectores públicos, de esta manera se evitará el deterioro y/o mal funcionamiento de las lagunas de oxidación o plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA- AWWA-WPCF**, (2005) Métodos normalizados para el análisis de las aguas potables y residuales, 21° Ed. Edit. Díaz de los Santos S.A. Madrid-España pp. Cap.3-76, Cap.4-58, 67, 103, 188, Cap.5-2, 16, 52, 58
- APHA-AWWA-WEF 9221 B**, (2005) Métodos normalizados para el análisis de Coliformes totales y termotolerantes 21° Ed. Edit. Díaz de los Santos S.A. Madrid-España pp. pág.9 (49-52)
- Backus y Johnston**, 2008 “Reporte de desarrollo sostenible empresa cervecera”, paper, pag.20, en la ciudad de Lima – Perú, disponible on line: consulta 29 de enero 2011 <http://www.backus.com.pe/WB.WebSite/f/pdf/BackusReporteDesarrolloSostenible2008.pdf> ,
- Cossavella, A.** (2005), S. Oviedo; G.Grisolia; M. Hunziker; M. Roque; F. Monarde; P. Depiante; C. Negretti; P. Nievas; A. Paccetti; R. Brito; H. Porchietto. “Gestión de efluentes líquidos, Dirección Provincial de Agua y Saneamiento”, Humberto Primo 607, 5000, Córdoba- Argentina, disponible on line: Consulta 21 de Diciembre 2011. <http://www.prodti.us.es/congreso/ponencias/PLANIFICACION/COSSAVELLA.pdf>
- Chaman Z.** (1998) “Caracterización de las aguas residuales industriales de una planta embotelladora de aguas gaseosas de Trujillo en 1997”.Pag. 62 Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias, Mención Gestión Ambiental, Biblioteca de Escuela de post grado de UNT.
- Díaz, C. & Castro, M.** (2009) “Diseño del Sistema de Gestión Ambiental con base en la Norma ISO 14001 y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional con base en la Norma OSHAS 18001 para el mejoramiento de la competitividad en valentina auxiliar carrocera S.A”. Pag.79, Tesis para Optar el grado de Ingeniero Industrial. Disponible on line: Consulta 28 de diciembre 2011 <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingeniería/Tesis223.pdf>,
- Enkerlin E., G. Cano; R. Garza; E. Vogel, A. Correa** (1997).”Ciencia ambiental y Desarrollo Sostenible” México, Editorial Internacional, Thompson Editores. Pág. 371-375 y 376
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA)** (1987) “Minimización de residuos y Calidad Ambiental con beneficios Económicos” U.S. Washington Pág.86
- Gloria S.A.**, 2008 *Uso eficiente del agua, tratamiento de aguas residuales reutilización de efluentes* Empresa de Producción de alimentos y derivados lácteos, pág.6-8 en la ciudad de Lima-Perú, disponible On line: consulta 29 de enero 2011 [http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/EVENTO\\_VCS\\_PRENSA/4\\_4Presentacion%20Gloria%20Tratamiento%20Agua.pdf](http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/EVENTO_VCS_PRENSA/4_4Presentacion%20Gloria%20Tratamiento%20Agua.pdf),
- Londoño, R. & Parra, Y.** (2007) “Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general” Revista Épsilon N°9: 89-104/ julio-diciembre 2007, pág. 91-92 Bogotá Colombia, disponible on line: consulta 31 de mayo 2016 <file:///D:/Documents/Downloads/1957-3860-1-SM.pdf>
- Ministerio de Salud.**, (2010). Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. 031-2010-SA/Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental Lima, Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos pág. 38
- Murray, R. S. (1961)** Estadística, Edit. Mc. Graw-Hill, I.N.C. USA, Biblioteca de Facultad de Física Matemáticas y Estadística UNT., Pag.69-73, 122-125
- SUNASS.**, (1999) “Propuesta del reglamento de aprovechamiento de agua residuales tratadas”. Edit. Ministerio de la presidencia, Lima- Perú 12 Proyectos Pág. (62)

## Anexo



**Fig. N°2.** Todo el personal sea administrativo y de labor de planta, serán Sensibilizados al sistema de gestión ambiental mediante charlas por expertos en el tema.



**Fig. N°3.** Toda actividad que efectuó y presente resultados, serán Publicados en lugares visibles (transparencia)

